

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-190007

(43)Date of publication of application : 21.07.1998

(51)Int.Cl.

H01L 29/84  
G01C 19/56  
G01P 9/04  
G01P 15/125

(21)Application number : 08-344829

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP

(22)Date of filing : 25.12.1996

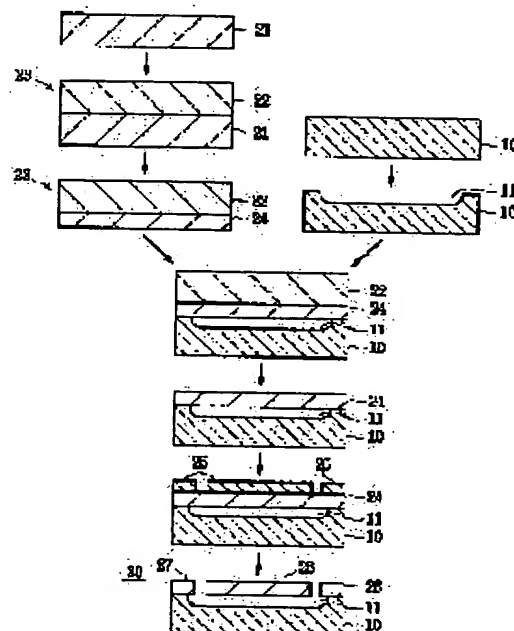
(72)Inventor : SHIBATANI HIROSHI  
MURAISHI KENSUKE

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR INERTIA SENSOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a low-cost semiconductor inertia sensor which requires no laser processing, is fit for high volume production, has a low parasitic capacitance, high sensitivity, high accuracy and excellent dimensional accuracy.

**SOLUTION:** A first silicon wafer 21 is bonded to a second silicon wafer 22. The second silicon wafer 22 has a higher etching speed than that of the first silicon wafer 21 to a predetermined etchant. The first silicon wafer is ground to a predetermined thickness, thereby forming a single crystal silicon layer 24. After the single crystal silicon layer 24 is bonded to a glass substrate 10, the second silicon wafer is etched and removed. The remaining single crystal silicon layer is selectively etched and removed, whereby a semiconductor inertia sensor 30 having a pair of fixed electrodes 27, 28 of the single crystal silicon and bonded to the glass substrate and a movable electrode 26 of the single crystal silicon held between the fixed electrodes and floating over the glass substrate.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-190007

(43)公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 29/84

H 0 1 L 29/84

Z

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

15/125

15/125

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-344829

(22)出願日 平成 8 年(1996)12月25日

(71)出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町 1 丁目 5 番 1 号

(72)発明者 柴谷 博志

埼玉県大宮市北袋町 1 丁目297番地 三菱

マテリアル株式会社総合研究所内

(72)発明者 村石 賢介

埼玉県大宮市北袋町 1 丁目297番地 三菱

マテリアル株式会社総合研究所内

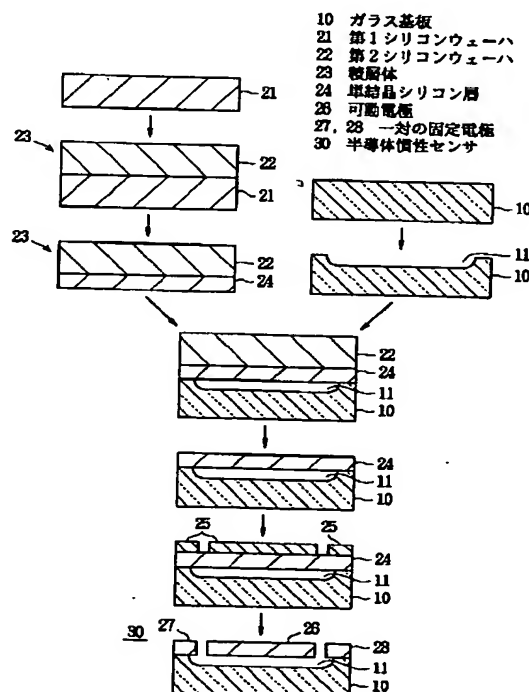
(74)代理人 弁理士 須田 正義

(54)【発明の名称】 半導体慣性センサの製造方法

(57)【要約】

【課題】 レーザ加工が不要で大量生産に適する、低コストの半導体慣性センサを得る。また寄生容量が低く、高感度で高精度であって寸法精度に優れた半導体慣性センサを得る。

【解決手段】 第1シリコンウェーハ21に所定のエッチャントに関して第1シリコンウェーハより高いエッチング速度を有する第2シリコンウェーハ22を貼り合わせる。第1シリコンウェーハを所定の厚さに研磨して単結晶シリコン層24を形成する。単結晶シリコン層24をガラス基板10に接合した後、第2シリコンウェーハをエッチング除去する。残存した単結晶シリコン層を選択的にエッチング除去することにより、ガラス基板上に接合した単結晶シリコンからなる一対の固定電極27、28とこの固定電極に挟まれかつガラス基板の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26とを有する半導体慣性センサ30を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1シリコンウェーハ(21)に所定のエッチャントに関して前記第1シリコンウェーハ(21)より高いエッチング速度を有する第2シリコンウェーハ(22)を貼り合わせて積層体(23)を形成する工程と、  
前記第1シリコンウェーハ(21)を所定の厚さに研磨して単結晶シリコン層(24)を形成する工程と、  
前記積層体(23)を前記単結晶シリコン層(24)を介してガラス基板(10)に接合する工程と、  
前記第2シリコンウェーハ(22)を前記エッチャントでエッチング除去する工程と、  
残存した前記単結晶シリコン層(24)を選択的にエッチング除去することにより、前記ガラス基板(10)上に接合した単結晶シリコンからなる一対の固定電極(27, 28)と前記一対の固定電極(27, 28)に挟まれかつ前記ガラス基板(10)の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極(26)とを有する半導体慣性センサ(30, 60)を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法。

【請求項2】 ガラス基板(10)上に検出電極(12)を形成する工程と、

第1シリコンウェーハ(21)に所定のエッチャントに関して前記第1シリコンウェーハ(21)より高いエッチング速度を有する第2シリコンウェーハ(22)を貼り合わせて積層体(23)を形成する工程と、  
前記第1シリコンウェーハ(21)を所定の厚さに研磨して単結晶シリコン層(24)を形成する工程と、  
前記積層体(23)を前記単結晶シリコン層(24)を介して前記検出電極(12)が形成された部分を除くガラス基板(10)に接合する工程と、  
前記第2シリコンウェーハ(22)を前記エッチャントでエッチング除去する工程と、  
残存した前記単結晶シリコン層(24)を選択的にエッチング除去することにより、前記ガラス基板(10)上に前記検出電極(12)に対向して浮動する単結晶シリコンからなる可動電極(26)を有する半導体慣性センサ(40, 70)を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法。

【請求項3】 ガラス基板(10)上に検出電極(12)を形成する工程と、

第1シリコンウェーハ(21)に所定のエッチャントに関して前記第1シリコンウェーハ(21)より高いエッチング速度を有する第2シリコンウェーハ(22)を貼り合わせて積層体(23)を形成する工程と、  
前記第1シリコンウェーハ(21)を所定の厚さに研磨して単結晶シリコン層(24)を形成する工程と、  
前記積層体(23)を前記単結晶シリコン層(24)を介して前記検出電極(12)が形成された部分を除くガラス基板(10)に接合する工程と、  
前記第2シリコンウェーハ(22)を前記エッチャントでエッチング除去する工程と、  
残存した前記単結晶シリコン層(24)を選択的にエッチン

グ除去することにより、前記ガラス基板(10)上に接合した単結晶シリコンからなる一対の固定電極(27, 28)と前記固定電極(27, 28)に挟まれかつ前記検出電極(12)の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極(26)とを有する半導体慣性センサ(50, 80)を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静電容量型の加速度センサ、角速度センサ等に適する半導体慣性センサの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種の半導体慣性センサとして、①ガラス基板と単結晶シリコンの構造からなる共振角速度センサが提案されている(M. Hashimoto et al., 'Silicon Resonant Angular Rate Sensor', Technica Digest of the 12th Sensor Symposium, pp.163-166 (1994))。このセンサは両側をトーションバーで浮動するようにした音叉構造の可動電極を有する。この可動電極は電磁駆動によって励振されている。角速度が作用すると可動電極にコリオリ力が生じて、可動電極がトーションバーの回りに振り振動を起こして共振する。センサはこの可動電極の共振による可動電極と検出電極との間の静電容量の変化により作用した角速度を検出する。

【0003】このセンサを作製する場合には、厚さ200 $\mu$ m程度の結晶方位が(110)の単結晶シリコン基板を基板表面に対して垂直にエッチングして可動電極部分などの構造を作製する。この比較的厚いシリコン基板を垂直にエッチングするためにはSF<sub>6</sub>ガスによる異方性ドライエッチングを行うか、或いはトーションバーの可動電極部分への付け根の隅部にYAGレーザで孔あけを行った後に、KOHなどでウェットエッチングを行っている。エッチング加工を行ったシリコン基板は陽極接合によりガラス基板と一体化される。

【0004】また別の半導体慣性センサとして、②シリコン基板上にエッチングで犠牲層をパターン化した後、除去することにより可動電極としてのポリシリコン振動子を形成したマイクロジャイロ(K. Tanaka et al., 'A micromachined vibrating gyroscope', Sensors and Actuators A 50, pp.111-115 (1995))が開示されている。このマイクロジャイロは、いわゆる表面マイクロマシニング技術を用いた構造となっている。具体的には、シリコン基板に不純物拡散によって検出電極を形成し、その上に犠牲層となるリン酸ガラス膜を成膜してパターンニングした後、ポリシリコンを成膜し、更に垂直エッチング等の加工を行って構造体を形成する。最後に犠牲層をエッチングにより除去することにより、可動電極部分を切り離して検出電極に対してギャップを作り出し可動電極を浮動状態にする。

【0005】また別の半導体慣性センサとして、③ガラ

ス基板と単結晶シリコンの構造からなる振動型半導体素子の製造方法が開示されている(特開平7-283420)。この製造方法では、エッチストップ層を介して貼り合わせた2枚のウェーハのうちの1枚のウェーハに可動電極部分及び固定電極部分の加工を行い、この加工を行ったウェーハを接合面として貼り合わせウェーハをガラス基板に陽極接合した後、加工を行っていない側のウェーハを除去し、続いてエッチストップ層を除去している。

【0006】更に別の半導体慣性センサとして、④ガラス基板と単結晶シリコンの構造からなるジャイロスコープが提案されている(J. Bernstein et al., 'A Micromachined Comb-Drive Tuning Fork Rate Gyroscope', IEE E MEMS '93 Proceeding, pp. 143-148 (1993))。このジャイロスコープは、検出電極を形成したガラス基板と、エッチングを行った後に高濃度ボロン拡散を行って可動電極、固定電極等を形成した単結晶シリコン基板とをボロン拡散を行った部分を接合面として接合し、更にボロンを拡散していないシリコン基板部分をエッチングにより除去することにより、作られる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記①～④の従来のセンサの製造技術には、次の欠点があった。①の共振角速度センサの製造方法では、ガラス基板に対して浮動する構造になるべきシリコン能動部が陽極接合時に静電引力によりガラス基板に貼り付いて可動電極にならないことがあった。この貼り付き(sticking)を防ぐために可動電極と検出電極とを短絡して静電力が働かない状態で陽極接合した後に、レーザを用いて短絡していた電極間を切り離していた。また島状の固定電極を形成するためにガラス基板に接合した後、レーザアシストエッチングを行う必要があった。これらのレーザ加工は極めて複雑であって、センサを量産しようとする場合には不適切であった。

【0008】②のマイクロジャイロは、シリコンウェーハを基板とするため、センサの寄生容量が大きく、感度や精度を高くすることが困難であった。

【0009】③の振動型半導体素子の製造方法では、2枚のシリコンウェーハを貼り合わせる前に一方のウェーハにエッチストップ層となる酸化膜等を形成しておくなどの手間のかかる工程を必要とした。

【0010】更に④のジャイロスコープの製造方法では、ボロンを拡散した部分をエッチストップ部分として構造体全体を形成するため、エッチストップ効果が不完全の場合にはオーバエッチングにより可動電極や固定電極の厚さが薄くなり、寸法精度に劣る問題点があった。

【0011】本発明の目的は、レーザ加工が不要で大量生産に適する、低コストの半導体慣性センサの製造方法を提供することにある。

【0012】本発明の別の目的は、寄生容量が低く、高

感度で高精度の半導体慣性センサの製造方法を提供することにある。

【0013】本発明の更に別の目的は、寸法精度に優れた半導体慣性センサの製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、図1及び図7に示すように、第1シリコンウェーハ21に所定のエッチャントに関して第1シリコンウェーハ21より高いエッチング速度を有する第2シリコンウェーハ22を貼り合わせて積層体23を形成する工程と、第1シリコンウェーハ21を所定の厚さに研磨して単結晶シリコン層24を形成する工程と、積層体23を単結晶シリコン層24を介してガラス基板10に接合する工程と、第2シリコンウェーハ22を前記エッチャントでエッチング除去する工程と、残存した単結晶シリコン層24を選択的にエッチング除去することにより、ガラス基板10上に接合した単結晶シリコンからなる一対の固定電極27、28と一対の固定電極27、28に挟まれかつガラス基板10の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26とを有する半導体慣性センサ30、60を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法である。

【0015】請求項2に係る発明は、図4及び図8に示すように、ガラス基板10上に検出電極12を形成する工程と、第1シリコンウェーハ21に所定のエッチャントに関して第1シリコンウェーハ21より高いエッチング速度を有する第2シリコンウェーハ22を貼り合わせて積層体23を形成する工程と、第1シリコンウェーハ21を所定の厚さに研磨して単結晶シリコン層24を形成する工程と、積層体23を単結晶シリコン層24を介して検出電極12が形成された部分を除くガラス基板10に接合する工程と、第2シリコンウェーハ22を前記エッチャントでエッチング除去する工程と、残存した単結晶シリコン層24を選択的にエッチング除去することにより、ガラス基板10上に検出電極12に対向して浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26を有する半導体慣性センサ40、70を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法である。

【0016】請求項3に係る発明は、図5及び図9に示すように、ガラス基板10上に検出電極12を形成する工程と、第1シリコンウェーハ21に所定のエッチャントに関して第1シリコンウェーハ21より高いエッチング速度を有する第2シリコンウェーハ22を貼り合わせて積層体23を形成する工程と、第1シリコンウェーハ21を所定の厚さに研磨して単結晶シリコン層24を形成する工程と、積層体23を単結晶シリコン層24を介して検出電極12が形成された部分を除くガラス基板10に接合する工程と、第2シリコンウェーハ22を前記エッチャントでエッチング除去する工程と、残存した単結晶シリコン層24を選択的にエッチング除去すること

により、ガラス基板10上に接合した単結晶シリコンからなる一対の固定電極27、28と固定電極27、28に挟まれかつ検出電極12の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26とを有する半導体慣性センサ50、80を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法である。

【0017】この請求項1ないし3に係る製造方法では、レーザ加工が不要で大量生産に適するため、低コストで半導体慣性センサを製造できる。また基板にガラス基板を用いるので、センサは寄生容量が低い。更に2枚のシリコンウェーハを貼り合わせる前にエッチストップ層を形成する必要がなく、エッチング速度の結晶面方位依存性を利用するなどして第2シリコンウェーハ22を除去し、第1シリコンウェーハ21のみで構成された可動電極を形成できるため、単純な工程で高感度で高精度な半導体慣性センサが作られる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基いて詳しく説明する。図1及び図2に示すように、本発明の第1実施形態の半導体慣性センサ30は加速度センサであって、ガラス基板10上に固着された固定電極27及び28の間に可動電極26を有する。可動電極26、固定電極27及び28は、それぞれ単結晶シリコンからなり、電極26と電極27及び電極26と電極28の互いに対向する部分が櫛状に形成される。可動電極26はガラス基板10に形成された凹部11の上方に位置し、ビーム31、31によりその両端が支持され、ガラス基板10に対して浮動になっている。ビーム31の基端部31aは基板10上に固着される。

【0019】図示しないが、ビーム基端部31a、固定電極27及び28には個別に電気配線がなされる。この半導体慣性センサ30では、可動電極26に対して、図の矢印で示すようにビーム基端部31aと31aを結ぶ線に直交する水平方向の加速度が作用すると、可動電極26はビーム31、31を支軸として振動する。可動電極26と固定電極27及び28の間の間隔が広がったり、狭まったりすると、可動電極26と固定電極27及び28の間の静電容量が変化する。この静電容量の変化から作用した加速度が求められる。

【0020】次に、本発明の第1実施形態の半導体慣性センサ30の製造方法について述べる。図1に示すように、先ずガラス基板10にフッ酸などのエッチャントでエッチングして凹部11を形成する。

【0021】一方、(111)方位の第1シリコンウェーハ21の片面にこの第1シリコンウェーハ21よりもKOHなどのような所定のエッチャントに関してエッチング速度の高い(110)方位の第2シリコンウェーハ22を直接接合法により貼り合わせて積層体23を形成する。第1シリコンウェーハ21の露出面を砥石及び研磨布を用いて所定の厚さに研削研磨して単結晶シリコン

層24を形成する。積層体23を単結晶シリコン層24が凹部11に対向するようにガラス基板10に陽極接合する。その後、KOHなどのエッチャントにより第2シリコンウェーハ22をエッチング除去する。第2シリコンウェーハ22を除去されて露出した単結晶シリコン層24の表面にスパッタリングによりアルミニウム(A1)膜25を形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行い、最後にA1膜25を除去する。これにより単結晶シリコン層24が選択的にエッチング除去され、ガラス基板10上に接合した単結晶シリコンからなる一対の固定電極27、28と一対の固定電極27、28に挟まれかつガラス基板10の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26とが形成された半導体慣性センサ30が得られる。

【0022】図3及び図4は第2実施形態の半導体慣性センサ40を示す。この半導体慣性センサ40は加速度センサであって、ガラス基板10上に固着された枠体29の間に可動電極26を有する。可動電極26、枠体29は、それぞれ単結晶シリコンからなり、電極26は窓枠状の枠体29に間隔をあけて収容される。可動電極26はガラス基板10に形成された凹部11の上方に位置し、ビーム31、31によりその両端が支持され、ガラス基板10に対して浮動になっている。ビーム31の基端部31aは枠体29の凹み29aに位置しかつ基板10上に固着される。この凹部11の底面には凹部の深さより小さい厚さの検出電極12が形成される。

【0023】図示しないが、ビーム基端部31a及び検出電極12には個別に電気配線がなされる。この半導体慣性センサ40では、可動電極26に対して、図の矢印で示すようにビーム基端部31aと31aを結ぶ線に直交する鉛直方向の加速度が作用すると、可動電極26はビーム31、31を支軸として振動する。可動電極26と検出電極12の間の間隔が広がったり、狭まったりすると、可動電極26と検出電極12の間の静電容量が変化する。この静電容量の変化から作用した加速度が求められる。

【0024】次に、本発明の第2実施形態の半導体慣性センサ40の製造方法について述べる。図4に示すように、先ずガラス基板10にフッ酸などのエッチャントでエッチングして凹部11を形成し、この凹部11の底面にスパッタリング、真空蒸着などによりAu、Pt、Cuなどから選ばれた金属の薄膜からなる検出電極12を形成する。

【0025】一方、第1実施形態の製造方法と同様に行い、(111)方位の第1シリコンウェーハ21の片面にこの第1シリコンウェーハ21よりも所定のエッチャントに関してエッチング速度の高い(110)方位の第2シリコンウェーハ22を貼り合わせて積層体23を形成した後、第1シリコンウェーハ21の露出面を所定の

厚さに研削研磨して単結晶シリコン層24を形成する。次いで積層体23を単結晶シリコン層24が検出電極12に対向するようにガラス基板10に陽極接合する。その後、第1実施形態と同様にKOHなどのエッチャントにより第2シリコンウェーハ22をエッチング除去し、これにより露出した単結晶シリコン層24の表面にスパッタリングによりAl膜25を形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行い、最後にAl膜25を除去する。これにより単結晶シリコン層24が選択的にエッチング除去され、ガラス基板10上に接合した単結晶シリコンからなる枠体29と枠体29に挟まれかつ検出電極12の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26とが形成された半導体慣性センサ40が得られる。

【0026】図5及び図6は第3実施形態の半導体慣性センサ50を示す。この半導体慣性センサ50は角速度センサであって、ガラス基板10上に固着された固定電極27及び28の間に音叉構造の一对の可動電極26、26を有する。可動電極26、固定電極27及び28は、それぞれ単結晶シリコンからなり、電極26と電極27及び電極26と電極28の互いに対向する部分が櫛状に形成される。可動電極26、26はガラス基板10に形成された凹部11の上方に位置し、コ字状のビーム31、31によりその両端が支持され、ガラス基板10に対して浮動になっている。ビーム31の基端部31aは基板10上に固着される。この凹部11の底面には凹部の深さより小さい厚さの検出電極12が形成される。

【0027】図示しないが、ビーム基端部31a、固定電極27及び28、検出電極12には個別に電気配線がなされ、固定電極27及び28に交流電圧を印加し、静電力により可動電極を励振するようになっている。この半導体慣性センサ50では、可動電極26、26に対してビーム基端部31aと31aを結ぶ線を中心として角速度が作用すると、可動電極26、26にコリオリ力が生じてこの中心線の回りに振り振動をを起こして共振する。この共振時の可動電極26と検出電極12との間の静電容量の変化により作用した角速度が検出される。

【0028】次に、本発明の第3実施形態の半導体慣性センサ50の製造方法について述べる。図5に示すように、第2実施形態と同様にして先ずガラス基板10に凹部11を形成し、この凹部11の底面にAu、Pt、Cuなどから選ばれた金属の薄膜からなる検出電極12を形成する。

【0029】一方、第1実施形態の製造方法と同様に行い、(111)方位の第1シリコンウェーハ21の片面にこの第1シリコンウェーハ21よりも所定のエッチャントに関してエッチング速度の高い(110)方位の第2シリコンウェーハ22を貼り合わせて積層体23を形成した後、第1シリコンウェーハ21の露出面を所定の厚さに研削研磨して単結晶シリコン層24を形成する。

次いで積層体23を単結晶シリコン層24が検出電極12に対向するようにガラス基板10に陽極接合する。その後、第1実施形態と同様にしてKOHなどのエッチャントにより第2シリコンウェーハ22をエッチング除去し、これにより露出した単結晶シリコン層24の表面にスパッタリングによりAl膜25を形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行い、最後にAl膜25を除去する。これにより単結晶シリコン層24が選択的にエッチング除去され、ガラス基板10上に接合した単結晶シリコンからなる一对の固定電極27、28と一对の固定電極27、28に挟まれかつ検出電極12の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26とが形成された半導体慣性センサ50が得られる。

【0030】図7は第4実施形態の半導体慣性センサ60を示す。この半導体慣性センサは加速度センサであって、第1実施形態の半導体慣性センサ30と同様に、ガラス基板10上に固着された固定電極27及び28の間に可動電極26を有する。第1実施形態のセンサ30との相違点は、ガラス基板10に凹部11がなく、可動電極26が固定電極27及び28より薄く形成されたところにある。可動電極26が固定電極27及び28より薄いため、可動電極26と平坦なガラス基板10との間にギャップが形成される。図7では示していないが、一对の固定電極27及び28のそれぞれの櫛歯の部分は可動電極26と同じ厚さを有する。このセンサ60の動作及びその他の構成は第1実施形態の半導体慣性センサ30と同じである。

【0031】次に、本発明の第4実施形態の半導体慣性センサ60の製造方法について述べる。図7に示すように、第1実施形態の製造方法と同様に行い、(111)方位の第1シリコンウェーハ21の片面にこの第1シリコンウェーハ21よりも所定のエッチャントに関してエッチング速度の高い(110)方位の第2シリコンウェーハ22を貼り合わせて積層体23を形成した後、第1シリコンウェーハ21の露出面を所定の厚さに研削研磨して単結晶シリコン層24を形成する。

【0032】次いで、単結晶シリコン層24表面にスパッタリング等によりAl膜25aを形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での軽度の異方性ドライエッチングを行う。これにより単結晶シリコン層24の所定の部分が薄くなる。Al膜25aを除去した後、この薄肉部が形成された積層体23を単結晶シリコン層24がガラス基板10に対向するようにガラス基板10に陽極接合する。その後、第1実施形態と同様にKOHなどのエッチャントにより第2シリコンウェーハ22をエッチング除去し、これにより露出した単結晶シリコン層24の表面にスパッタリングによりAl膜25bを形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行い、最後にAl膜25bを



除去する。これにより単結晶シリコン層24が選択的にエッチング除去され、ガラス基板10上に接合した単結晶シリコンからなる一対の固定電極27, 28と一対の固定電極27, 28に挟まれかつガラス基板10の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26とが形成された半導体慣性センサ60が得られる。

【0033】図8は第5実施形態の半導体慣性センサ70を示す。この半導体慣性センサ70は加速度センサであって、第2実施形態の半導体慣性センサ40と同様に、ガラス基板10上に固着された枠体29の間に可動電極26を有する。第2実施形態のセンサ40との相違点は、ガラス基板10に凹部11がなく、可動電極26と検出電極12の合計厚さが枠体29よりも薄くなるように、可動電極26が薄く形成されたところにある。このように構成することにより可動電極26と検出電極12との間にギャップが形成される。このセンサ70の動作及びその他の構成は第2実施形態の半導体慣性センサ40と同じである。

【0034】次に、本発明の第5実施形態の半導体慣性センサ70の製造方法について述べる。図8に示すように、第2実施形態と同様にして先ずガラス基板10上にAu, Pt, Cuなどから選ばれた金属の薄膜からなる検出電極12を形成する。一方、第4実施形態の製造方法と同様に行い、(111)方位の第1シリコンウェーハ21の片面にこの第1シリコンウェーハ21よりも所定のエッチャントに関してエッチング速度の高い(110)方位の第2シリコンウェーハ22を貼り合わせて積層体23を形成した後、第1シリコンウェーハ21の露出面を所定の厚さに研削研磨して単結晶シリコン層24を形成する。

【0035】次いで第4実施形態の製造方法と同様に行い、単結晶シリコン層24表面にスパッタリング等によりAl膜25aを形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での軽度の異方性ドライエッチングを行う。これにより単結晶シリコン層24の所定の部分が薄くなる。Al膜25aを除去した後、この薄肉部が形成された積層体23を単結晶シリコン層24がガラス基板10の検出電極12に対向するようにガラス基板10に陽極接合する。その後、第1実施形態と同様にKOHなどのエッチャントにより第2シリコンウェーハ22をエッチング除去し、これにより露出した単結晶シリコン層24の表面にスパッタリングによりAl膜25bを形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行い、最後にAl膜25bを除去する。これにより単結晶シリコン層24が選択的にエッチング除去され、ガラス基板10上に接合した単結晶シリコンからなる枠体29と枠体29に挟まれかつ検出電極12の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26とが形成された半導体慣性センサ70が得られる。

【0036】図9は第6実施形態の半導体慣性センサ80を示す。この半導体慣性センサ80は角速度センサであって、第3実施形態の半導体慣性センサ50と同様に、ガラス基板10上に固着された固定電極27及び28の間に音叉構造の一対の可動電極26, 26を有する。第3実施形態のセンサ50との相違点は、ガラス基板10に凹部11がなく、可動電極26と検出電極12の合計厚さが固定電極27, 28よりも薄くなるように、可動電極26が薄く形成されたところにある。このように構成することにより可動電極26と検出電極12との間にギャップが形成される。図9では示していないが、一対の固定電極27及び28のそれぞれの櫛歯の部分は可動電極26と同じ厚さを有する。このセンサ80の動作及びその他の構成は第3実施形態の半導体慣性センサ50と同じである。

【0037】次に、本発明の第6実施形態の半導体慣性センサ80の製造方法について述べる。図9に示すように、第2実施形態と同様に先ずガラス基板10上にAu, Pt, Cuなどから選ばれた金属の薄膜からなる検出電極12を形成する。一方、第4実施形態の製造方法と同様に行い、(111)方位の第1シリコンウェーハ21の片面にこの第1シリコンウェーハ21よりも所定のエッチャントに関してエッチング速度の高い(110)方位の第2シリコンウェーハ22を貼り合わせて積層体23を形成した後、第1シリコンウェーハ21の露出面を所定の厚さに研削研磨して単結晶シリコン層24を形成する。

【0038】次いで第4実施形態の製造方法と同様に行い、単結晶シリコン層24表面にスパッタリング等によりAl膜25aを形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での軽度の異方性ドライエッチングを行う。これにより単結晶シリコン層24の所定の部分が薄くなる。Al膜25aを除去した後、この薄肉部が形成された積層体23を単結晶シリコン層24がガラス基板10の検出電極12に対向するようにガラス基板10に陽極接合する。その後、第1実施形態と同様にKOHなどのエッチャントにより第2シリコンウェーハ22をエッチング除去し、これにより露出した単結晶シリコン層24の表面にスパッタリングによりAl膜25bを形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行い、最後にAl膜25bを除去する。これにより単結晶シリコン層24が選択的にエッチング除去され、ガラス基板10上に接合した単結晶シリコンからなる一対の固定電極27, 28と一対の固定電極27, 28に挟まれかつ検出電極12の上方に浮動する単結晶シリコンからなる可動電極26とが形成された半導体慣性センサ80が得られる。

【0039】

【発明の効果】以上述べたように、従来のレーザ加工による半導体慣性センサの製法と異なり、本発明によれば

このレーザ加工が不要となり、またエッチストップ層を形成する必要がないため、大量生産に適した低コストの半導体慣性センサを製作することができる。

【0040】可動電極、固定電極又は枠体などを構成する単結晶シリコン層が十分な厚さを有する第2シリコンウェーハに支持された状態でガラス基板に接合するため、従来のような貼り付き(sticking)現象を生じず、検出電極やガラス基板に対して所定のギャップで可動電極を設けることができる。

【0041】また基板をシリコン基板でなく、ガラス基板にすることにより、静電容量で検出を行うセンサでは、素子の寄生容量が低下し、高感度で高精度の半導体慣性センサが得られる。

【0042】更にエッチストップ層を使用せずに可動電極、枠体又は固定電極をエッチングにより形成できるため、可動電極、枠体又は固定電極を構成する単結晶シリコン層をエッチストップ層によって電流の流れが妨害されることなく、より効率よくガラス基板に陽極接合することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図2のA-A線要部に相当する本発明の第1実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【図2】本発明の第1実施形態の半導体慣性センサの外観斜視図。

【図3】本発明の第2実施形態の半導体慣性センサの外

観斜視図。

【図4】図3のB-B線要部に相当する本発明の第2実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【図5】図6のC-C線要部に相当する本発明の第3実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【図6】本発明の第3実施形態の半導体慣性センサの外観斜視図。

【図7】本発明の第4実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

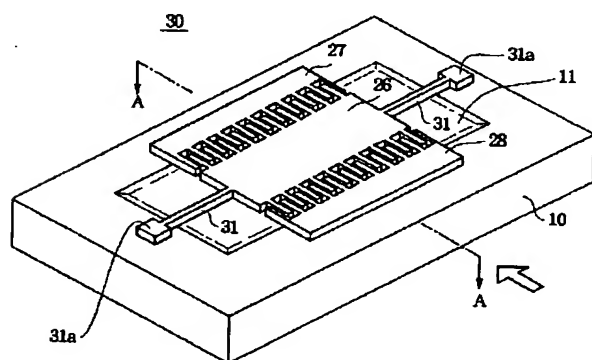
【図8】本発明の第5実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【図9】本発明の第6実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

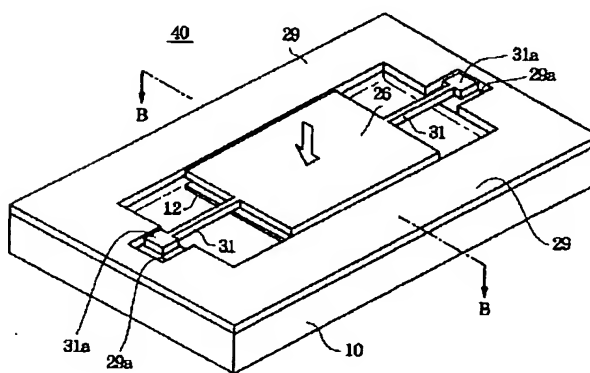
#### 【符号の説明】

- 10 ガラス基板
- 12 検出電極
- 21 第1シリコンウェーハ
- 22 第2シリコンウェーハ
- 23 積層体
- 24 単結晶シリコン層
- 26 可動電極
- 27, 28 一对の固定電極
- 30, 40, 50, 60, 70, 80 半導体慣性センサ

【図2】

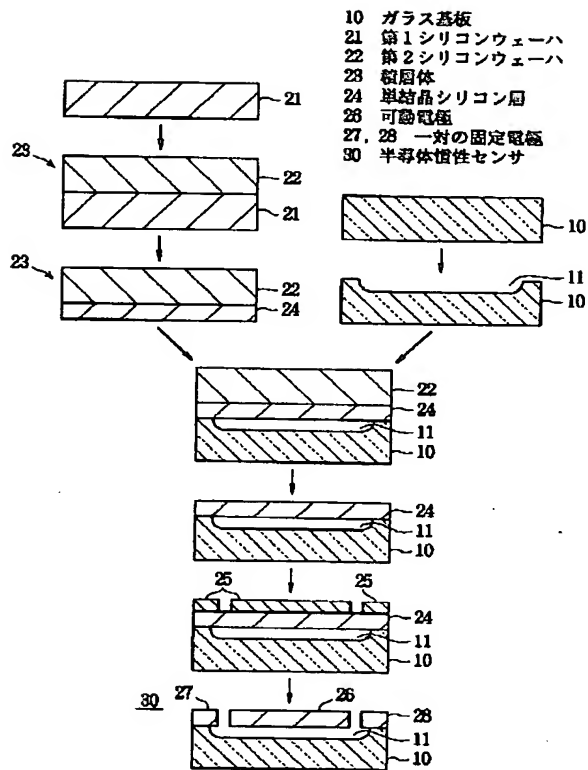


【図3】

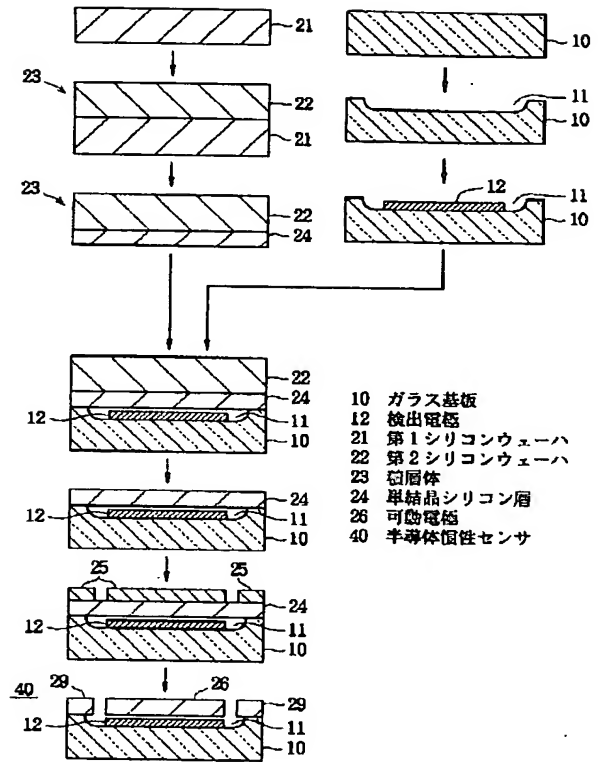




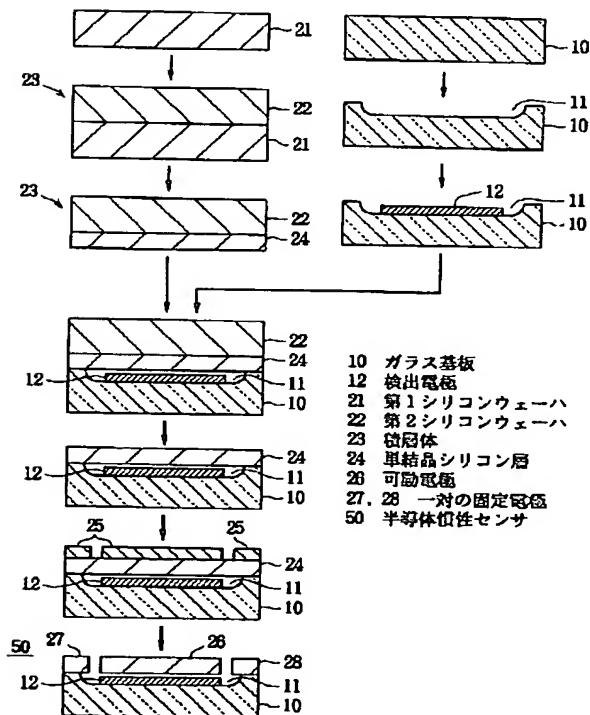
【図1】



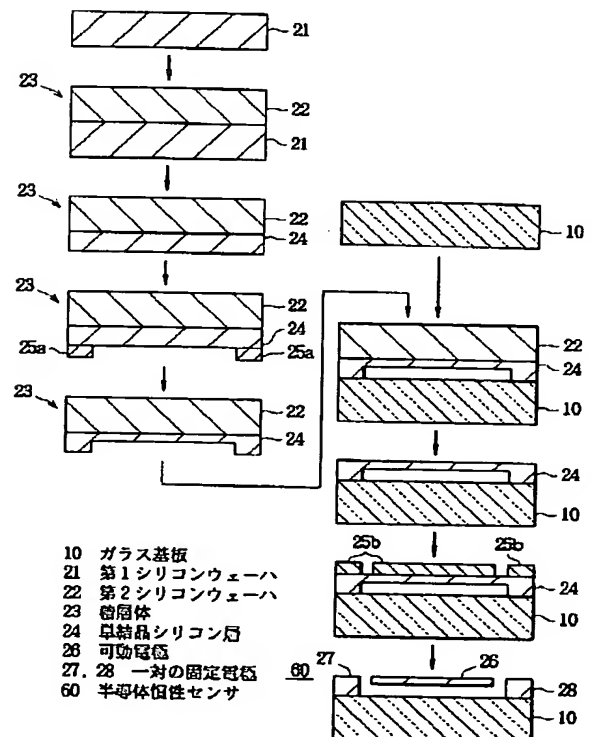
【図4】



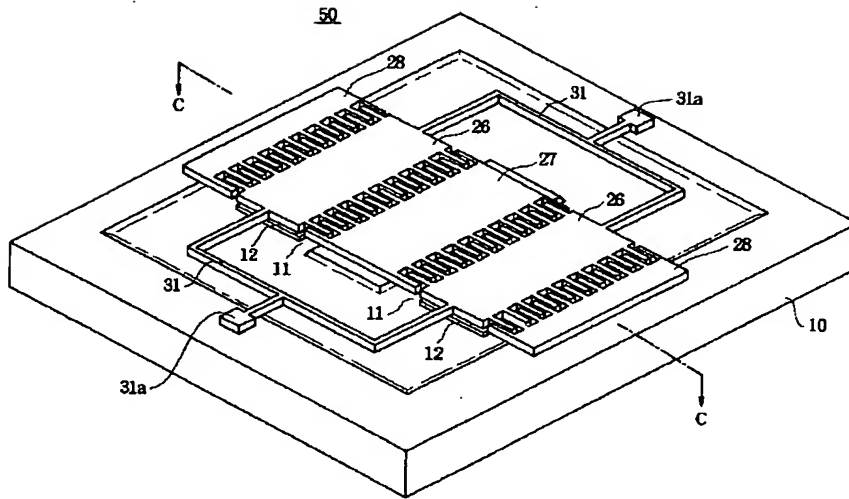
【図5】



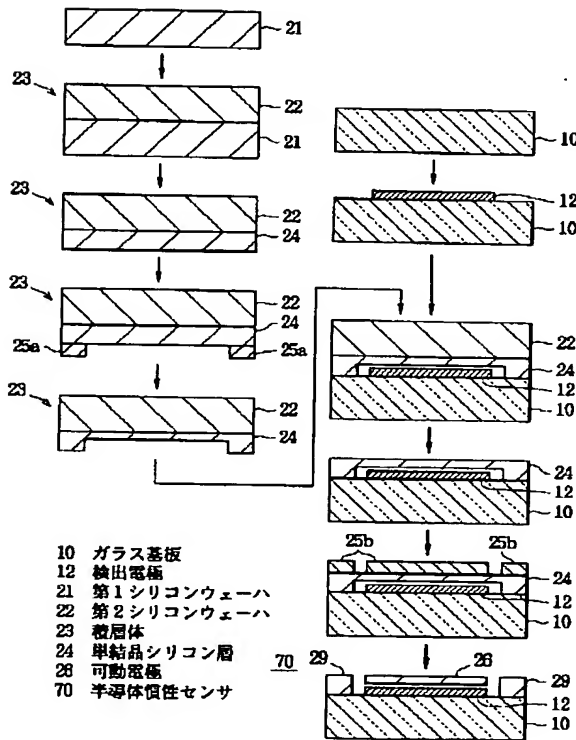
【図7】



【図6】



【図8】



【図9】

